

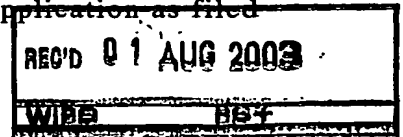
Rec'd PC ST/JP 03/07441

11.06.03

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.



出願年月日  
Date of Application: 2002年12月27日

出願番号  
Application Number: 特願2002-380505  
[ST. 10/C]: [JP 2002-380505]

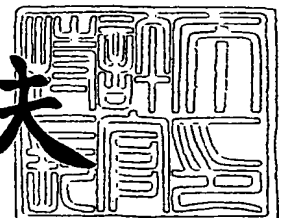
出願人  
Applicant(s): 株式会社ブリヂストン

PRIORITY  
DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3057250

【書類名】 特許願

【整理番号】 P235083

【提出日】 平成14年12月27日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 B60C 19/00

【発明の名称】 タイヤに作用する力の測定方法

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町3-1-1 株式会社 ブリヂス  
トン 技術センター内

【氏名】 小林 克宏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町3-1-1 株式会社 ブリヂス  
トン 技術センター内

【氏名】 島 広志

【特許出願人】

【識別番号】 000005278

【氏名又は名称】 株式会社 ブリヂストン

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100059258

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712186

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 タイヤに作用する力の測定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 タイヤの接地面に作用するタイヤ周方向の力およびタイヤ半径方向の力のうち少なくとも一方の力を測定する方法であって、

リムに固定された磁石によって形成される磁界の磁束密度を、タイヤのトレッド部に固定された磁気センサで検知し、車両の走行に際して回転するタイヤの回転位置によって変化する磁束密度の変化パターンから力を求めるタイヤに作用する力の測定方法。

【請求項 2】 前記磁気センサを通るタイヤ半径方向内外に延びる直線を L としたとき、中心に一方の極性の磁極を有し両端に他方の極性の磁極をそれぞれ有する磁石を、タイヤへの外力の非作用下で、その中心が直線 L 上に位置し両端がタイヤ周方向に対向するよう配置し、

前記磁束密度のタイヤ周方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求める請求項 1 に記載のタイヤに作用する力の測定方法。

【請求項 3】 前記磁気センサを通るタイヤ半径方向内外に延びる直線を L としたとき、中心に一方の極性の磁極を有し両端に他方の極性の磁極をそれぞれ有する磁石を、タイヤへの外力の非作用下で、その中心が直線 L 上に位置し両端がタイヤ周方向に対向するよう配置し、

前記磁束密度のタイヤ半径方向成分の変化パターンの極大値もしくは極小値からタイヤ半径方向に作用する力を求める請求項 1 に記載のタイヤに作用する力の測定方法。

【請求項 4】 前記磁気センサを通るタイヤ半径方向内外に延びる直線を L としたとき、タイヤへの外力の非作用下で、互いに逆極性の磁極をそれぞれ両端に有する同じ磁石を二個、磁石相互の空間相対配置が直線 L に関して線対称となり、それぞれの磁石の両端がタイヤ幅方向に対向するよう配置し、

前記磁束密度のタイヤ幅方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に

作用する力を求める請求項1に記載のタイヤに作用する力の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両のアンチスキッドブレーキシステム（以下「ABS」という）、もしくは、トラクションコントロールシステムの制御に必要な路面摩擦係数を精度よく測定するための、タイヤに作用する力の測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

車両に用いられるABSの性能を高めるためには、できるだけ大きい路面摩擦係数の状態で、ロック、アンロックの制御を行うことが効果的であり、この路面摩擦係数は、一定の路面状態では、車輪のスリップ率に依存するため、ABSは、最大の路面摩擦係数を与えるスリップ率の近傍でロック、アンロックを制御するように設計される。

【0003】

このことから、従来のABSでは、スリップ率を、測定した車両の速度および車輪の回転速度から計算して求め、このスリップ率が所定の範囲に入るよう制動力を自動制御する方式が一般的である。

【0004】

しかしながら、スリップ率を制御して最適の路面摩擦係数を得ようとするこの方法は一定の路面では有効であるが、実際の走行においては、路面材質、天候等によりスリップ率と路面摩擦係数との関係が大きく左右され、スリップ率を所定範囲内に制御しても最適路面摩擦係数が得られないという問題があった。このため、路面がタイヤに作用する周方向および垂直方向の力を測定して、この測定した力から直接摩擦係数を求め、求めた摩擦係数が最適なものとなるよう制動力を制御することが望ましく、このためタイヤに作用する力を直接計測する方法が提案されている（例えば、特許文献1。）。

【0005】

この従来の力の測定方法は、タイヤの一方のサイドウォール部の、同一半径上

で半径方向位置の異なる二つの基準点のそれぞれに磁石を配置した磁石対を、複数対、タイヤの中心軸の周りに互いに離隔して配設するとともに、それぞれの基準点に対応する半径方向位置に、磁気センサを車両に固定して設けておき、タイヤの回転に従い相対変位するそれぞれの基準点とこれらに対応する磁気センサとが真正面に対向して位置するタイミングを、磁気センサで検出される磁束密度のピークが現れるタイミングとして捉え、このタイミングの各基準点に対する相互の時間ずれから、磁石対内の基準点の相対位置ずれ、および、磁石対間の基準点の相対位置ずれを算出し、次いでこれらの相対位置ずれをもとにタイヤの周方向および垂直方向のひずみを計算し、計算されたひずみと既知のタイヤ剛性とから周方向および垂直方向に作用する力を求めるものである。

#### 【0006】

しかしながら、この方法は、時間のずれから、基準点間の相対ずれを計算するにあたり、常に変化する車輪の回転速度のデータを取りこんで計算する必要がある、制御が複雑になるとともに、車輪の回転速度の精度に影響されて、計算の精度が悪化するという問題があった。さらに、タイヤに磁石対を取り付けるので、その取り付けによるタイヤバランスへの影響も問題となっていた。

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

特表平10-506346号公報 (第3図)

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、路面摩擦係数の高精度な測定に必要な、タイヤに作用するタイヤ半径方向の力およびタイヤ周方向の力を、簡易にかつ高精度に測定することができ、しかも、タイヤのバランスに影響を与えることのないタイヤ作用力測定装置を提供することを目的とするものである。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明はなされたものであり、その要旨構成を以下

に示す。第一の発明は、タイヤの接地面に作用するタイヤ周方向の力およびタイヤ半径方向の力のうち少なくとも一方の力を測定する方法であって、

リムに固定された磁石によって形成される磁界の磁束密度を、タイヤのトレッド部に固定された磁気センサで検知し、車両の走行に際して回転するタイヤの回転位置によって変化する磁束密度の変化パターンから力を求めるタイヤに作用する力の測定方法である。

#### 【0010】

ここで、「磁石」とは、複数の磁石を組み合わせたものや、磁性体を着磁して所定の磁力パターンを具えさせたものも含む。また、「トレッド部に固定された磁石」および「リムに固定された磁気センサ」の表現中の「固定された」とは、直接的に固定される場合および間接的に固定される場合の両方を含む。また、以下の説明において、「磁気センサを通る」とは、厳密には、磁気センサの磁気を検知する点を通ることを意味する。

#### 【0011】

第二の発明は、第一の発明において、前記磁気センサを通るタイヤ半径方向内外に延びる直線を $L$ としたとき、中心に一方の極性の磁極を有し両端に他方の極性の磁極をそれぞれ有する磁石を、タイヤへの外力の非作用下で、その中心が直線 $L$ 上に位置し両端がタイヤ周方向に対向するよう配置し、

前記磁束密度のタイヤ周方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求めるタイヤに作用する力の測定方法である。

#### 【0012】

第三の発明は、第一の発明において、前記磁気センサを通るタイヤ半径方向内外に延びる直線を $L$ としたとき、中心に一方の極性の磁極を有し両端に他方の極性の磁極をそれぞれ有する磁石を、タイヤへの外力の非作用下で、その中心が直線 $L$ 上に位置し両端がタイヤ周方向に対向するよう配置し、

前記磁束密度のタイヤ半径方向成分の変化パターンの極大値もしくは極小値からタイヤ半径方向に作用する力を求めるタイヤに作用する力の測定方法である。

#### 【0013】

第四の発明は、第一の発明において、前記磁気センサを通るタイヤ半径方向内外に延びる直線を $L$ としたとき、タイヤへの外力の非作用下で、互いに逆極性の磁極をそれぞれ両端に有する同じ磁石を二個、磁石相互の空間相対配置が直線 $L$ に関して線対称となり、それぞれの磁石の両端がタイヤ幅方向に対向するよう配置し、

前記磁束密度のタイヤ幅方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求めるタイヤに作用する力の測定方法である。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

本発明のタイヤ作用力の測定方法は、タイヤトレッド部上の点 $P$ の変位のタイヤ回転下での時間変化を磁氣的検出により求め、検出された点 $P$ の変位の時間変化からタイヤに作用する力を求めるものであり、まず、点 $P$ の変位の時間変化からタイヤに作用する力を求める求め方についてその原理を説明する。図1は、タイヤ1のトレッド部2の内周面上のタイヤ幅方向中央にある所定の点 $P$ の方位 $\phi$ における変位 $D$ を説明するタイヤの略式正面図である。点 $P$ の方位 $\phi$ とは、タイヤ回転中心 $O$ を原点する極座標で表される点 $P$ の位置のタイヤ周方向座標成分を、所定の基準方位、たとえば軸直上の方位 $\phi_u$ からの周方向角度で表したものである。そして、方位 $\phi$ にある点 $P$ の変位 $D$ とは、どこも路面と接地してない状態におけるタイヤ1において定義される、方位 $\phi$ にあるトレッド部の内周面中央の点 $P$ が、タイヤ1が路面に接地してタイヤ接地面への力の作用下で点 $P'$ まで移動したとすると、点 $P$ と点 $P'$ とのそれぞれの位置の差をベクトルで表した物理量をいうものとする。

#### 【0015】

まず、タイヤ1の接地面にはタイヤ半径方向の力 $R$ だけが作用し、タイヤ1を回転させようとするタイヤ周方向の力 $T$ は作用しない状態を考える。この場合、点 $P$ が軸直上の方位 $\phi_u$ を含む方位 $\phi_1$ から方位 $\phi_4$ の間にあるとき、点 $P$ は接地面への作用する力の影響を受けないのでその変位 $D$ の大きさは0である。そして、接地面の区間、すなわち、軸直下の方位 $\phi_d$ を含む $\phi_2$ から $\phi_3$ ま



での間にある点Pに対しては、タイヤ接地部分が路面に押されてタイヤ回転中心に近づくとともに周方向に広がるので、点Pの変位Dのタイヤ半径方向成分 $D_r$ は、その向きは内側に向いていて点Pが方位 $\phi_d$ にあるとき最大となり、一方、タイヤ周方向成分 $D_\theta$ は、方位 $\phi_d$ にある点Pに対してはゼロであるが他の方位にある点Pに対しては接地面を周方向に広げる向きの分力が生起される。さらに、タイヤ1の、接地面に隣接する非接地部分、すなわち方位 $\phi_1$ から $\phi_2$ までの間、および方位 $\phi_3$ から $\phi_4$ までの間にある点Pについても、接地面に作用する力の影響を受けて同様の変位Dが発生する。

#### 【0016】

図2(a)、図2(b)は、横軸に方位 $\phi$ をとり、縦軸にはそれぞれ変位Dの周方向成分 $D_\theta$ 、半径方向成分 $D_r$ をとって、変位のそれぞれの成分 $D_\theta$ 、 $D_r$ と方位 $\phi$ との関係をグラフ化した図である。各成分の正負は次の通りとした。すなわち、半径方向成分 $D_r$ に関しては、タイヤ回転中心に向かう向きを正とし、周方向成分 $D_\theta$ に関しては、図3において反時計回りの向きCCWを正とした。そして、以上に説明した、タイヤ1を回転させる力がゼロであると仮定した場合の変位Dは、図2(a)、図2(b)において、T0で示す曲線で表した。

#### 【0017】

ついで、T0で示されるタイヤ半径方向の力Rだけの作用に加えて、タイヤ1を時計回りに回転する回転モーメントがタイヤ1に作用し路面から反時計回りのタイヤ周方向の力T1がタイヤ1の接地面に作用すると、変位Dは、図2(a)、図2(b)において曲線T1で表されるものとなり、これは曲線T0で表される前述の変位に、タイヤ周方向の力T1に起因して発生する接地面全体にわたる反時計回り向きの変位が加わったものとなる。そして、タイヤ周方向の力がT1より大きい値T2の場合は、変位Dは、図2(a)、図2(b)において曲線T2で表されるものとなる。このことから、タイヤの接地面に作用するタイヤ周方向の力Tは、変位Dの半径方向成分 $D_r$ にはほとんど影響を与えないが、変位の周方向成分 $D_\theta$ を接地面全体にわたってほぼ均一に増減させ、増減の度合いはタイヤ周方向の力Tの大きさに比例することがわかった。

#### 【0018】

以上、点Pの変位Dに対するタイヤ周方向の力Tによる影響について説明したが、次に、タイヤ半径方向の力Rの影響について考察する。図3 (a) および図3 (b) はそれぞれ、タイヤ1に作用するタイヤ周方向の力Tをゼロにした状態でタイヤ半径方向の力Rを変化させたときの、点Pの変位Dの周方向成分 $D_\theta$ および半径方向成分 $D_r$ の変化を、横軸に方位 $\phi$ を、縦軸に変位のそれぞれの成分 $D_\theta$ 、 $D_r$ をとって示すものであり、図中の曲線 $R_0$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ は、それぞれタイヤに作用するタイヤ半径方向の力Rが $R_0$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ のときのものであり、タイヤ半径方向の力Rの大きさは、 $R_0$ がもっとも小さく $R_2$ がもっとも大きい。図3 (a) および図3 (b) からわかるように、タイヤ半径方向の力Rの大きさにほぼ比例して、点Pの周方向成分変位 $D_\theta$ および半径方向成分変位 $D_r$ が変化することがわかる。

#### 【0019】

以上のことをまとめると、方位 $\phi$ における変位Dの周方向成分 $D_{\theta\phi}$ と半径方向成分 $D_{r\phi}$ とは、接地面に作用するタイヤ半径方向の力Rとタイヤ周方向の力Tとを用いて式(1)、式(2)のように表すことができる。

$$D_{\theta\phi} = M1(\phi) \cdot R + N1(\phi) \cdot T \quad (1)$$

$$D_{r\phi} = M2(\phi) \cdot R + N2(\phi) \cdot T \quad (2)$$

#### 【0020】

ここで、 $M1(\phi)$ 、 $N1(\phi)$ 、 $M2(\phi)$  および  $N2(\phi)$  は方位 $\phi$ によって定まる比例定数である。ここで、前述の説明より、半径方向の変位 $D_r$ は、周方向力Tの影響をほとんど受けないので、 $N2(\phi)$  はほぼゼロである。

#### 【0021】

以上のことから、特定の二つの方位 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ に対するそれぞれの $D_\theta$ の値 $D_{\theta\phi_1}$ 、 $D_{\theta\phi_2}$ がわかれば、あらかじめ実験等で求めておいた $M1(\phi_1)$ 、 $N1(\phi_1)$ 、 $M1(\phi_2)$  および  $N1(\phi_2)$  を用いてタイヤ半径方向の力Rとタイヤ周方向の力Tとをそれぞれ式(3) と式(4) とに基づいて逆算することができ、また、特定の方位 $\phi_3$ に対する $D_r$ の値 $D_{r\phi_3}$ がわかれば、タイヤ半

径方向の力  $R$  を、あらかじめ実験等で求めておいた  $M2(\phi 3)$  を用いて式 (5) に基づき逆算することができる。

$$R = (N1(\phi 2) \cdot D\theta_{\phi 1} - N1(\phi 1) \cdot D\theta_{\phi 2}) / MM \quad (3)$$

$$T = (M1(\phi 1) \cdot D\theta_{\phi 2} - M1(\phi 2) \cdot D\theta_{\phi 1}) / MM \quad (4)$$

$$R = Dr_{\phi 3} / M2(\phi 3) \quad (5)$$

ただし、

$$MM = (M1(\phi 1) \cdot N1(\phi 2) - M1(\phi 2) \cdot N1(\phi 1)) \quad (6)$$

### 【0022】

以上の通り、所定の方位  $\phi$  における変位  $D\theta_{\phi}$  もしくは  $Dr_{\phi}$  がわかれば、タイヤに作用するタイヤ半径方向の力  $R$  や周方向のタイヤ周方向の力  $T$  を求めることができることを説明したが、本発明は、これらの変位  $D\theta$  もしくは  $Dr$  を磁気的に計測することによって力  $R$  もしくは  $T$  を求める方法であり、その実施形態を次に示す。

### 【0023】

まず、第一の実施形態について図4～図10に基づいて説明する。図4は、タイヤ1をその回転軸を通る平面における断面で示す断面図であり、図5は、図4の矢視V-Vに対応する断面図である。このタイヤ1のトレッド部2のタイヤ半径方向内側のタイヤ幅方向中央の表面には、磁気センサ8が貼り付けられ、リム6のリムウェル部6Aのタイヤ半径方向外側表面の幅方向中央には、中心に一方の極性例えばN極4Nの磁極を有し両端に他方の極性の磁極例えばS極4Sをそれぞれ有する磁石4を、タイヤ1への外力の非作用下において、磁気センサ8を通りタイヤ半径方向内外に延びる直線L上に中心が位置し両端がタイヤ周方向に対向するよう配設している。前記磁気センサ8は、磁石4から放射される磁界のタイヤ半径方向成分  $H_r$  を検出するセンサ8A、周方向成分  $H_{\theta}$  を検出するセンサ8Bよりなっている。そして、リム6には、中継線21およびコネクタ22を介して磁気センサ8から入力した信号を処理しこれを車体側に設けられた受信装置に送信する送信装置7が取り付けられている。

## 【0024】

図5に示す断面において、磁石4によって形成される磁界は、前記直線Lに関して対称性を有している。そして、タイヤ1の接地面に力が作用してタイヤ1のトレッド部内周面上の磁気センサ8が貼り付けられた点Pに、前述の変位Dが生じたとき、磁石4はリム6に固定されているので、タイヤ1の接地に伴って発生する磁気センサ8の変位Dの分だけ、磁気センサ8A、8Bと磁極4Nとの相対位置も変化し、その結果、磁束密度のタイヤ周方向成分 $H_\theta$ 、タイヤ半径方向成分 $H_r$ も変化する。

## 【0025】

点Pの変位がゼロのとき、磁気センサ8A、8Bの位置において、磁力線は半径方向に向いているので、 $H_\theta$ はゼロであり、また、その $H_r$ は所定の値 $H_{r0}$ となっていて、点Pの変位後の磁束密度のタイヤ周方向成分およびタイヤ半径方向成分 $H_\theta$ 、 $H_r$ の、変位前のそれらに対する変化を、それぞれ $\Delta H_\theta$ および $\Delta H_r$ とすると、

$$\Delta H_\theta = H_\theta = A_1 \cdot D_\theta + B_1 \cdot D_r \quad (7)$$

$$\Delta H_r = H_r - H_{r0} = A_2 \cdot D_\theta + B_2 \cdot D_r \quad (8)$$

と表すことができ、 $A_1$ 、 $B_1$ 、 $A_2$ および $B_2$ は変位が大きくないので定数として近似することができる。

## 【0026】

ここで、磁気センサ8A、8Bは直線L上に磁極4Nの真正面に対向して設けられているので、磁極4Nが直線Lに沿って磁力センサ8A、8Bに対して接近もしくは離隔する変位、すなわち $D_\theta$ がゼロの変位に対しては磁束密度の周方向成分 $H_\theta$ はほとんど影響をうけることはなく、また、磁極4Nが同一半径の円周上を周方向に移動する変位、すなわち、 $D_r$ がゼロの変位に対しては、磁気センサ8A、8Bの位置での磁束密度の半径方向成分 $H_r$ はほとんど影響をうけることはないので、上記式において $A_2$ および $B_1$ をゼロと近似することができる、それぞれ式(9)、式(10)のように表すことができる。

$$\Delta H_{\theta} = A_1 \cdot D_{\theta} \quad (9)$$

$$\Delta H_r = B_2 \cdot D_r \quad (10)$$

【0027】

式(9)、式(10)からわかるように、 $\Delta H_{\theta}$ は $D_{\theta}$ に比例し、 $\Delta H_r$ は $D_r$ に比例するので、図2、図3から、 $\Delta H_{\theta}$ および $\Delta H_r$ のそれぞれの、半径方向の力Rおよび周方向の力Tに対する依存性を表すグラフは、図6および図7に示すものとなる。図6(a)、図6(b)は、磁束密度の周方向成分の変化 $\Delta H_{\theta}$ の、それぞれ、周方向の力Tをゼロとしたときの半径方向の力Rに対する依存性、および、半径方向の力Rを一定値 $R_0$ にしたときの周方向の力Tに対する依存性を表すグラフであり、図7(a)、図7(b)は、磁束密度の半径方向成分の変化 $\Delta H_r$ の、それぞれ、周方向の力Tをゼロとしたときの半径方向の力Rに対する依存性、および、半径方向の力Rを一定値 $R_0$ にしたときの周方向の力Tに対する依存性を表すグラフである。

【0028】

さて、この式(9)、式(10)を、式(3)～(5)に代入すると、式(11)～(14)を得ることができ、異なる二つの方位 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ に対して得られた磁束密度の周方向成分の変化 $\Delta H_{\theta \phi_1}$ および $\Delta H_{\theta \phi_2}$ から、タイヤ半径方向の力Rおよびタイヤ周方向の力Tを求めることができ、一方、所定の方位 $\phi_3$ に対して得られた磁束密度の半径方向成分の変化 $\Delta H_{r \phi_3}$ からタイヤ半径方向の力Rを求めることが可能なことがわかる。

$$R = (N_1(\phi_2) \cdot \Delta H_{\theta \phi_1} - N_1(\phi_1) \cdot \Delta H_{\theta \phi_2}) / NN \quad (11)$$

$$T = (M_1(\phi_1) \cdot \Delta H_{\theta \phi_2} - M_1(\phi_2) \cdot \Delta H_{\theta \phi_1}) / NN \quad (12)$$

$$R = \Delta H_{r \phi_3} / (B_2 \cdot M_2(\phi_3)) \quad (13)$$

ただし、

$$NN = A_1 \cdot MM \quad (14)$$

## 【0029】

以上の通り、磁気センサ 8A もしくは 8B でそれぞれ検出した周方向もしくは半径方向の磁束密度の変化からタイヤ 1 に作用するタイヤ半径方向の力 R および／もしくはタイヤ周方向の力 T を求める方法についてその原理を一般化して説明したが、ここで、前記特定の方位  $\phi$  として用いた  $\phi 1$ 、 $\phi 2$  および  $\phi 3$  をそれぞれ、磁気密度の周方向変化の極大値に対応する方位  $\phi_{max}$ 、磁気密度の周方向変化の極小値に対応する方位  $\phi_{min}$ 、および、磁気密度の半径方向変化の極大値に対応する方位  $\phi_{max1}$  とすると、容易にこれらの磁気密度成分  $\Delta H_{\theta \phi_{max}}$ 、 $\Delta H_{\theta \phi_{min}}$ 、 $\Delta H_{r \phi_{max1}}$  の値を測定することができる。すなわち、これらの方位  $\phi_{max}$ 、 $\phi_{min}$ 、 $\phi_{max1}$  そのものを計測して特定しなくても、磁束密度の各成分の変化のピーク値としてピークの値をホールドすることにより  $\Delta H_{\theta \phi_{max}}$ 、 $\Delta H_{\theta \phi_{min}}$ 、 $\Delta H_{r \phi_{max1}}$  を特定することができるからである。

## 【0030】

さて、このようにして、 $\phi 1 \sim \phi 3$  を設定したとき、図 2 (a) より明らかなように、タイヤ周方向の力 T がゼロのとき、変位 D の周方向成分  $D_{\theta}$  は、タイヤ周方向接地中心に対して対象な変位分布となるので、式 (15) が成立し、また、タイヤ周方向の力 T が作用したとき、タイヤ周方向の接地中心に関し対象な方位にある  $\phi_{max}$  と  $\phi_{min}$  における変位 D の周方向成分  $D_{\theta}$  は同じ量だけ同じ方向のタイヤ周方向変位が加わったものとなるので、式 (16) が成立する。

$$M1(\phi_{max}) = -M1(\phi_{min}) \quad (15)$$

$$N1(\phi_{max}) = N1(\phi_{min}) \quad (16)$$

## 【0031】

そして、式 (15)、式 (16) を、式 (11)、式 (12) 代入して、式 (17)、式 (18) を得ることができ、これらの式によると、

$$R = (\Delta H_{\theta \phi_{max}} - \Delta H_{\theta \phi_{min}}) / AA \quad (17)$$

$$T = (\Delta H_{\theta \phi_{max}} + \Delta H_{\theta \phi_{min}}) / AA \quad (18)$$

ただし

$$AA = 2 \cdot A1 \cdot M1 (\phi_{max}) \cdot N1 (\phi_{max}) \quad (19)$$

#### 【0032】

以上説明した通り、タイヤ1を一回転したとき、タイヤ1に取り付けた磁気センサ8A、8Bで検出される磁束密度の変化からタイヤに作用するタイヤ半径方向の力Rとタイヤ周方向の力Tとを求める方法の原理について説明したが、これらの磁気センサ8A、8Bで実際に検出された磁束密度の時間変化からABSで用いられる路面摩擦係数を得るシステムについて図8に例示する。

#### 【0033】

図8は、本実施形態の、タイヤに作用する力の測定方法に基づいて力を測定し、ABSに力の測定値をリアルタイムに出力する力測定システム10の構成例を示すシステム構成図である。力測定システム10は、車両5の各車輪のリム6に設けられた送信装置7と車両5の車体側に設けられた受信装置12とを具え、各送信装置7は、一对の磁気センサ8から磁束密度の検出値を所定サンプリングタイムで取り込み、それぞれの磁束密度の変化の極大値、極小値を計算する送信側CPU9、および、計算された極大値、極小値を送信側CPU9から受け取りこれを受信装置12に送信する送信アンテナ11を有し、また、受信装置12は、送信アンテナ11からの信号を受信する受信アンテナ13と磁束密度変化の極大値、極小値を基に前述の原理に則ってタイヤに作用する力を計算し計算結果をABS15に出力する受信側CPU14とを有して構成されている。

#### 【0034】

一对の磁気センサ8で検出されるそれぞれの成分の磁束密度変化から極大値、極小値を求める方法について以下に示す。図9(a)は、車両が走行中に、磁気センサ8Aで検出された磁束密度の周方向成分の時間変化 $\Delta H_{\theta}$ を示し、同様に、図9(b)は磁気センサ8Bで検出される磁束密度の半径方向の変化 $\Delta H_r$ を示す。磁気センサ8が接地面から離れた位置にあるとき $\Delta H_{\theta}$ はゼロであるが、磁気センサ8が接地面もしくはその近傍の領域内を通過する間、図6～図7に示すところから、磁束密度の周方向成分 $\Delta H_{\theta}$ はパターンKとなって現れる。そし

てこのパターンKにおいて、 $\Delta H \theta$  はゼロからスタートして、時間  $t$  の経過とともに、極小値  $\Delta H \theta \phi_{\min}(1)$  を取ったあと極大値  $\Delta H \theta \phi_{\max}(1)$  を取る。パターンKのなかで極大値が二カ所現れる場合もあるが、極小値  $\Delta H \theta \phi_{\min}(1)$  のあとに現れる極大値は一カ所でありこれを  $\Delta H \theta \phi_{\max}(1)$  とする。そして、タイヤ回転ごとに順次現れる  $\Delta H \theta \phi_{\min}(2)$  と  $\Delta H \theta \phi_{\max}(2)$  との対、 $\Delta H \theta \phi_{\min}(3)$  と  $\Delta H \theta \phi_{\max}(3)$  との対から、それぞれのタイヤ回転の間にタイヤに作用する力を前述の原理に基づいて求めることができる。

#### 【0035】

なお、 $\Delta H \theta \phi_{\max}$ 、 $\Delta H \theta \phi_{\min}$  を特定するには、所定のサンプリングタイムで  $\Delta H \theta$  の値を取り込み、取り込んだ値を直前に取り込んだ値と比較することにより極大、極小の変曲点としてこれらの値を特定することができる。しかも、本発明のこの実施形態においては、これら極大値、極小値を車速に関係なく特定することができる点が重要である。すなわち、タイヤ回転に要する時間が  $T1$  であっても、 $T2$  であってもその周期を計測することなく  $\Delta H \theta \phi_{\max}$ 、 $\Delta H \theta \phi_{\min}$  を特定する事ができるので、車輪回転速度を計測する必要もなくまた、車輪回転速度を力の計算処理に用いることもなくシステムを簡易にしかも精度よく構成することができる。同様にして、図9(b)に示す磁束密度の半径方向成分の極大値  $\Delta H r \phi_{\max 1}(1)$ 、 $\Delta H r \phi_{\max 1}(2)$ 、 $\Delta H r \phi_{\max 1}(3)$  をタイヤ回転ごとに求めることができる。

#### 【0036】

ここで、タイヤ回転中心を通る同一直線上に配置された磁石4と磁気センサ8との対は、タイヤ1に一对としたがこれを、互いに磁力の干渉が起きない範囲において周上に二カ所以上設けてもよく、このことにより測定周期を縮め、より精度の高い力の測定を可能にすることができる。

#### 【0037】

ここで、リム6に取り付ける磁石4について説明を加える。ここでいう磁石4は、前述の通り、複数の磁石を組み合わせたものや、磁性体を着磁して所定の磁力パターンを具えさせたものも含んでいる。図4に示すものにおいては、フェライトや、サマリウムコバルトあるいは鉄ネオジウムボロン等の希土類磁性体の磁



性粉をゴムもしくは樹脂に混合分散してできたシート状のゴム磁石で構成して、このことにより、走行中の車両による振動や衝撃を受けてこれが壊れることを防止することができる。また、磁石4を焼結体で構成してもよく、この場合、高い磁力をえることができる。

#### 【0038】

また、磁気センサ8A、8Bとしては、磁石4から離れた位置にあっても磁界の磁束密度を良好な感度で検出することのできるMIセンサもしくはMRセンサを用いるのがよい。また、磁気センサ8A、8Bのうち、タイヤ周方向の成分を検出する8Aだけでタイヤ半径方向の力Rとタイヤ周方向の力Tとを同時に測定することができるので、タイヤ半径方向力Rの検知のためだけに用いる磁気センサ8bは設けなくてもよいが、磁気センサ8aと併用して磁気センサ8aの測定結果をチェックする用途に供することができる。

#### 【0039】

次に、第二の実施形態のタイヤに作用する力の測定方法について図10～図14に基づいて説明する。図中、第一の実施形態と同様のものには同じ符号を付して示した。図10は、タイヤ1をその回転軸を通る平面における断面で示す断面図であり、図11は、磁石25A、25Bの配置を示す斜視図である。タイヤ1のトレッド部2のタイヤ半径方向内側の表面には、磁気センサ28が貼り付けられ、磁気センサ28に対向するリム6のリムウェル部6Aには、一対の磁石25A、25Bよりなる磁石24が取り付けられている。これらの磁石25A、25Bはそれぞれタイヤ幅方向に向き合う一対の磁極を有するとともに、磁極の向きが互いに逆向きになるよう配設されている。すなわち、磁石25AのN極がタイヤ幅方向左側に位置するとするならば、磁石25BのN極はタイヤ幅方向右側に位置している。磁石25A、25Bは、相互に協働して検知すべき磁界を形成する。

#### 【0040】

前記磁気センサ28は、タイヤ幅方向の磁束密度 $H_z$ を検出する姿勢でタイヤに貼付けられ、そして、磁気センサ28を通りタイヤ半径方向の内外に延びる直線をL1としたとき、タイヤへの外力の非作用下で、L1は、タイヤ幅方向の中

心線Eと交わるとともに、二つ磁石25A、25Bよりなる磁石24の対称中心を通る。また、リム6には、中継線21およびコネクタ22を介して磁気センサ8から入力した信号を処理しこれを車体側に設けられた受信装置に送信する送信装置7が取り付けられている。

#### 【0041】

図12は、磁石25A、25Bによって形成される磁界の、磁気センサ28と同じタイヤ半径方向高さの周面上での磁力線のタイヤ幅方向成分 $F$ を示す略線展開図である。図において、点Mは磁気センサ28の磁気検出位置を表わし、磁石25A、25Bが貼り付けられたトレッド部2上の点の変位 $D$ がゼロの時には、図12において、磁石25A、25Bよりなる複合磁石の対称中心がMと一致することとなる。

#### 【0042】

磁力線の向きをN極からS極に向かうものとする、図12において、磁石25Aの半径方向内側では磁力線は左向きになるのに対して、磁石25Bの半径方向内側では磁力線は右向きとなり、これら磁石25A、25Bの周方向中間位置で磁力線の向きは反転することとなる。そして、磁気センサ28が貼り付けられたトレッド部2上の点の変位がゼロである場合には、磁気センサ28の検出位置Mでは磁力線の幅方向成分 $H_z$ はゼロとなる。

#### 【0043】

ここで、磁気センサ28が貼り付けられたトレッド部2上の点にタイヤ周方向の変位 $D_\theta$ が生じると磁石25A、25Bによって形成される磁界と磁気センサの位置Mが相対的に周方向にずれることになり、図12において、点Mは、磁力線 $F$ に対して上下に相対移動するので、磁気センサ28には、磁束密度の幅方向成分 $H_z$ が検出されることになる。そして、通常の起こりうる変位の範囲においては、タイヤ周方向の変位置量 $D_\theta$ と、磁束密度のタイヤ幅方向成分 $H_z$ の、 $D_\theta$ がゼロのときの値に対する変化 $\Delta H_z$ とはほぼ比例し、式(20)が成立する。ここで、 $A \cdot 3$ は比例定数であり、また、変位が0のときの $H_z$ はゼロであるので、 $\Delta H_z$ はそのまま $H_z$ を表わしている。

$$\Delta H_z = A_3 \cdot D\theta \quad (20)$$

## 【0044】

第一の実施形態と同様、図2、図3から、 $\Delta H_z$ の、半径方向の力Rおよび周方向の力Tに対する依存性を表すグラフは、図13に示すものとなる。図13(a)、図13(b)はそれぞれ、磁束密度の周方向成分の変化 $\Delta H_z$ の、周方向の力Tをゼロとしたときの半径方向の力Rに対する依存性、および、半径方向の力Rを一定値 $R_0$ にしたときの周方向の力Tに対する依存性を表すグラフである。

## 【0045】

そして、検出された $H_z$ から半径方向の力Rおよび周方向の力Tを求めるには、第一の実施形態についての説明に用いた式(17)～(18)を導いたときと同様にして導かれる式(21)～(23)に、検出された $\Delta H_z$ の二つの値、すなわち、極大値 $\Delta H_z \phi_{\max}$ と極小値 $\Delta H_z \phi_{\min}$ とを代入して求めることができる。

$$R = (\Delta H_z \phi_{\max} - \Delta H_z \phi_{\min}) / AA \quad (21)$$

$$T = (\Delta H_z \phi_{\max} + \Delta H_z \phi_{\min}) / AA \quad (22)$$

ただし

$$AA = 2 \cdot A_3 \cdot M1(\phi_{\max}) \cdot N1(\phi_{\max}) \quad (23)$$

なお、 $M1(\phi_{\max})$ 、 $N1(\phi_{\max})$ は、極大値 $\Delta H_z \phi_{\max}$ を与える方位 $\phi_{\max}$ での、式(1)によって求まる値である。

## 【0046】

ここで、第二実施形態のタイヤに作用する力の測定方法に基づいて実際に力を測定し、この力の測定値をABSにリアルタイムに出力する力測定システムの構成、磁気センサ28で検出されるタイヤ幅方向成分の磁束密度変化 $\Delta H_z$ から極大値 $\Delta H_z \phi_{\max}$ と極小値 $\Delta H_z \phi_{\min}$ とを求める方法、および、磁石25A、2

5Bの構成方法については、第一の実施形態と同様であるので詳細の説明を省略する。

【0047】

幅方向の磁束密度の極大値、極小値を求める方法に関連し、図14は、磁気センサ28で検出される磁束密度の時間変化を横軸に時間をとって示すグラフである。一般的に、このような磁気測定においては、実際には、地磁気の影響が測定結果に現れ、この影響が大きい場合にはこれを取り除く方法が必要となる。地磁気の方法はタイヤ1の回転とは関係なく一定方向を向いているのに対して、磁気センサ28はタイヤ1の回転とともに回転するので、磁気の測定方向をタイヤ幅方向以外の方向とした場合には、地磁気による一次調和関数の波形が現れる。したがって、磁気センサ28で測定される波形は磁石25A、25Bが形成する磁界による図14に示す波形と、地磁気による一次調和関数の波形とを重畳したものとなり特定したい磁石25A、25Bによる磁界の極大値、極小値の他に地磁気による極大値、極小値が現れてしまうので前述の方法による極大値、極小値の特定に問題が生じてしまう。

【0048】

しかしながら、第二の実施形態の測定方法においては、タイヤの幅方向の磁束密度、すなわち、タイヤ回転軸に平行な方向の磁束密度を測定しているので、その測定方向は、タイヤの回転に伴って磁気センサ28がどの位置にこようとも変化することはない、したがって、地磁気はタイヤの回転にかかわらず一定であり、地磁気による極大値、極小値が現れることがない。よって、所期した磁石25A、25Bの磁界のタイヤ幅方向成分の極大値、極小値の特定を前述の方法に従って行うことができる。

【0049】

なお、特定された極大値と極小値とからタイヤに作用する力を求めるに際して、測定する地域による地磁気の変化の影響を取り除く必要がある場合には、実際に地磁気を測定したり、あるいは、地域によって予め知ることのできる地磁気値を用いたりして、測定値を補正することにより、地磁気に影響されないタイヤに作用する力を求めることができる。

**【0050】****【発明の効果】**

以上述べたところから明らかなように、第一の発明によれば、リムに固定して設けられた磁石4により形成された磁界を、タイヤのトレッド部に固定された磁気センサで検知し、タイヤの回転に際して時間変化する磁束密度の変化パターンから力を求めるので、磁石を設けたリムに対するトレッド部の相対変位を知ることができ、この相対変位からタイヤ1の接地面に作用する力を求めるので、路面摩擦係数を算出するのに必要な、トレッド部に作用するタイヤ周方向の力Tと半径方向の力Rとを正確に測定することができ、よって、ABSにおける精度の高い路面摩擦係数の推定を可能にすることができる。しかも、本発明は、軽量の磁気センサをタイヤトレッド部の内面に貼付けているので、タイヤのバランスへの影響を最小に抑制することができる。

**【0051】**

第二の発明によれば、タイヤ周方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求めるので、タイヤの回転速度に関係なく極大値と極小値を特定することができ、よって、タイヤの回転速度を測定する必要がなく簡易で精度の高い測定システムを構成することができる。

**【0052】**

第三の発明も同様に、前記磁束密度のタイヤ半径方向成分の変化パターンの極大値もしくは極小値からタイヤ半径方向に作用する力を求めるので、タイヤの回転速度を測定する必要がなく簡易で精度の高い力測定システムを構成することができる。

**【0053】**

第四の発明も同様に、前記磁束密度のタイヤ幅方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求めるので、タイヤの回転速度を測定する必要がなく簡易で精度の高い力測定システムを構成することができる。さらに、第四の発明においては、磁気センサは、タイヤの幅方向の磁束密度を測定するので

、タイヤの回転に伴って地磁気の幅方向成分が変化することはなく磁石によって形成される磁束密度の極大値と極小値の特定に影響をあたえることはなく好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】   トレッド部上の点とこの点の方位を示すタイヤの正面図である。

【図 2】   トレッド部上の点の変位周方向成分および半径方向成分と、方位  $\phi$  との関係を表すグラフである。

【図 3】   トレッド部上の点の変位周方向成分および半径方向成分と、方位  $\phi$  との関係を表すグラフである。

【図 4】   本発明に係る第一の実施形態のタイヤに作用する力の測定方法に用いるタイヤの断面図である。

【図 5】   図 4 の V-V 断面を示すタイヤの断面図である。

【図 6】   磁束密度の周方向成分の変化と方位  $\phi$  との関係を示すグラフである。

【図 7】   磁束密度の半径方向成分の変化と方位  $\phi$  との関係を示すグラフである。

。

【図 8】   実施形態のタイヤに作用する力の測定方法を用いて力を測定する力測定システムの構成を示すシステム構成図である。

【図 9】   磁気センサで検出される磁束密度の周方向成分および半径方向成分の時間変化を表すグラフである。

【図 10】   本発明に係る第二の実施形態のタイヤに作用する力の測定方法に用いるタイヤの断面図である。

【図 11】   磁石の配置を示すタイヤの斜視図である。

【図 12】   磁気センサと同じタイヤ半径方向高さの周面上での磁力線のタイヤ幅方向成分を示す略線展開図である。

【図 13】   磁束密度の周方向成分の変化と方位  $\phi$  との関係を示すグラフである。

。

【図 14】   磁束密度の半径方向成分の変化と方位  $\phi$  との関係を示すグラフである。

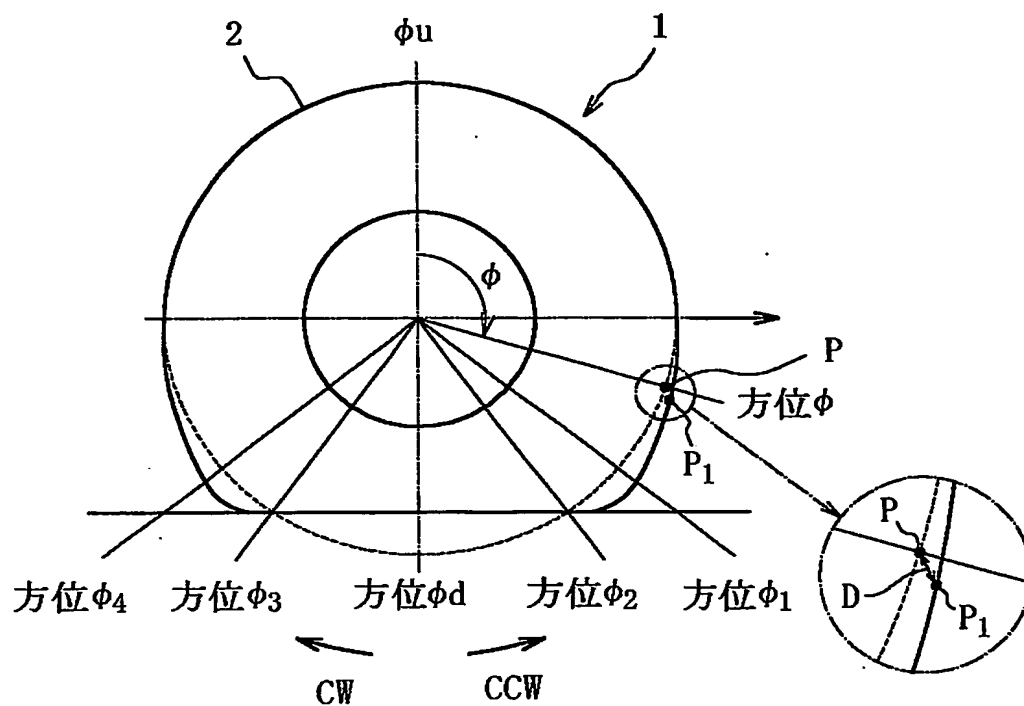
【符号の説明】

- 1 タイヤ
- 2 トレッド部
- 3 スチールコード製ベルト
- 4 磁石
- 5 車両
- 6 リム
- 6 A リムウエル部
- 7 送信装置
- 8 磁気センサ
- 8 A 周方向成分検出用磁気センサ
- 8 B 半径方向成分検出用磁気センサ
- 9 送信側 CPU
- 10 力測定装置
- 11 送信アンテナ
- 12 受信装置
- 13 受信アンテナ
- 14 受信側 CPU
- 18 ABS
- 21 中継線
- 22 コネクタ
- 24、25 A、25 B 磁石
- 28 磁気センサ

【書類名】

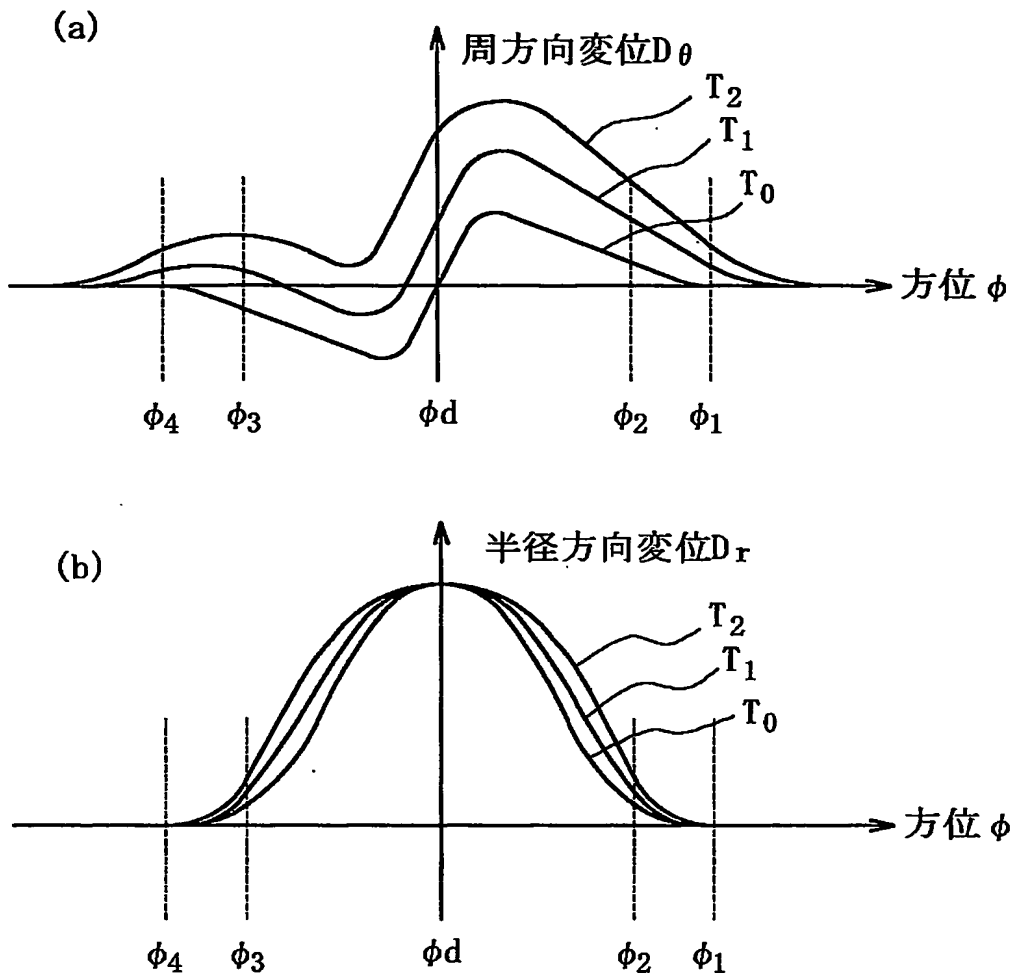
図面

【図1】

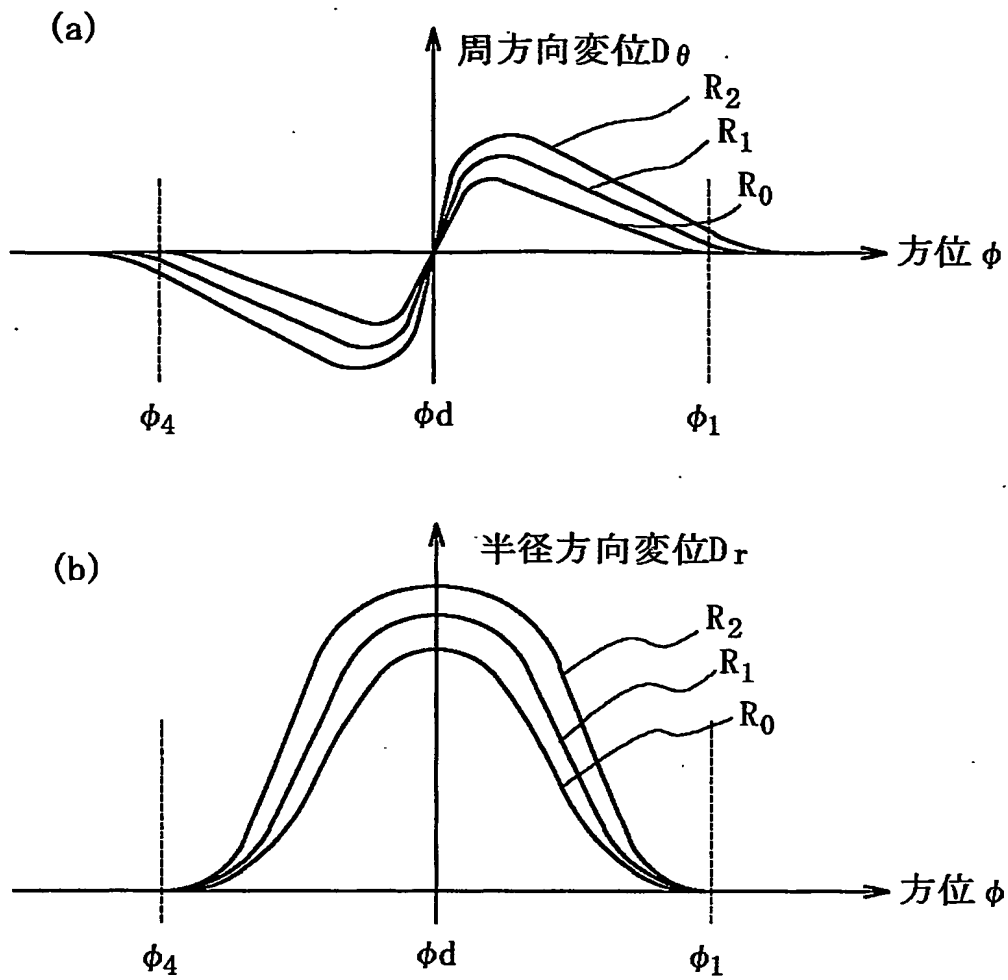




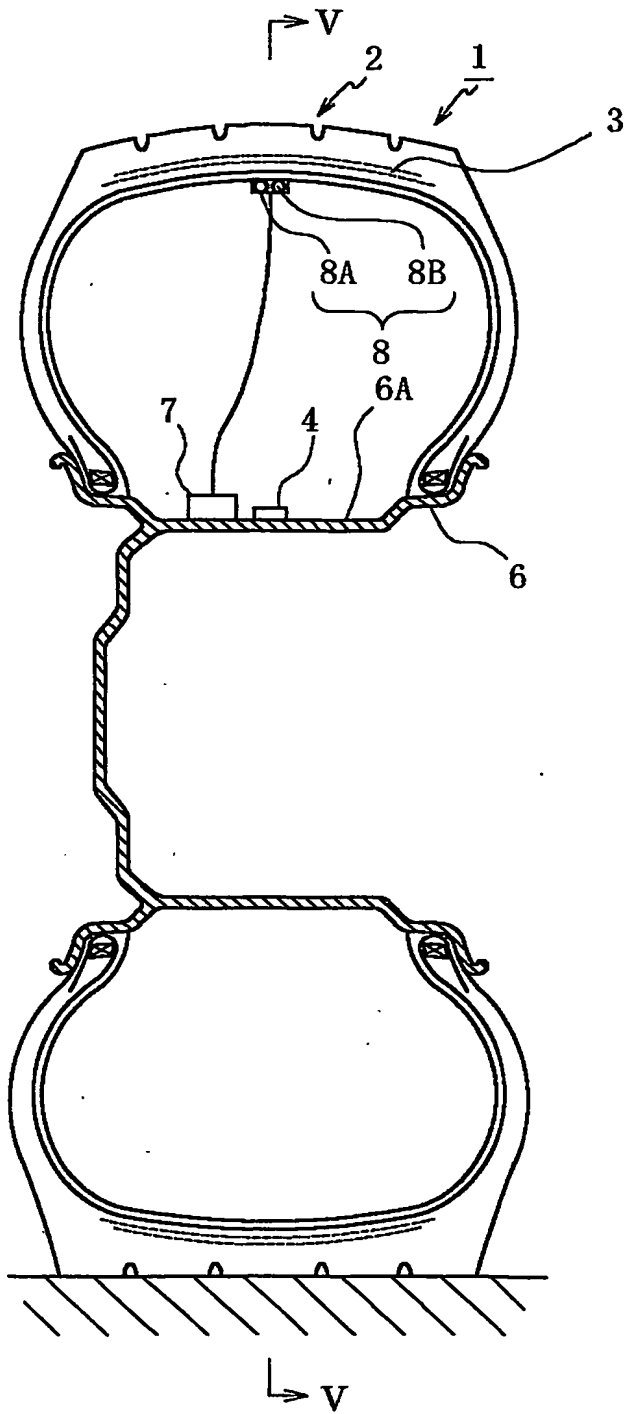
【図 2】



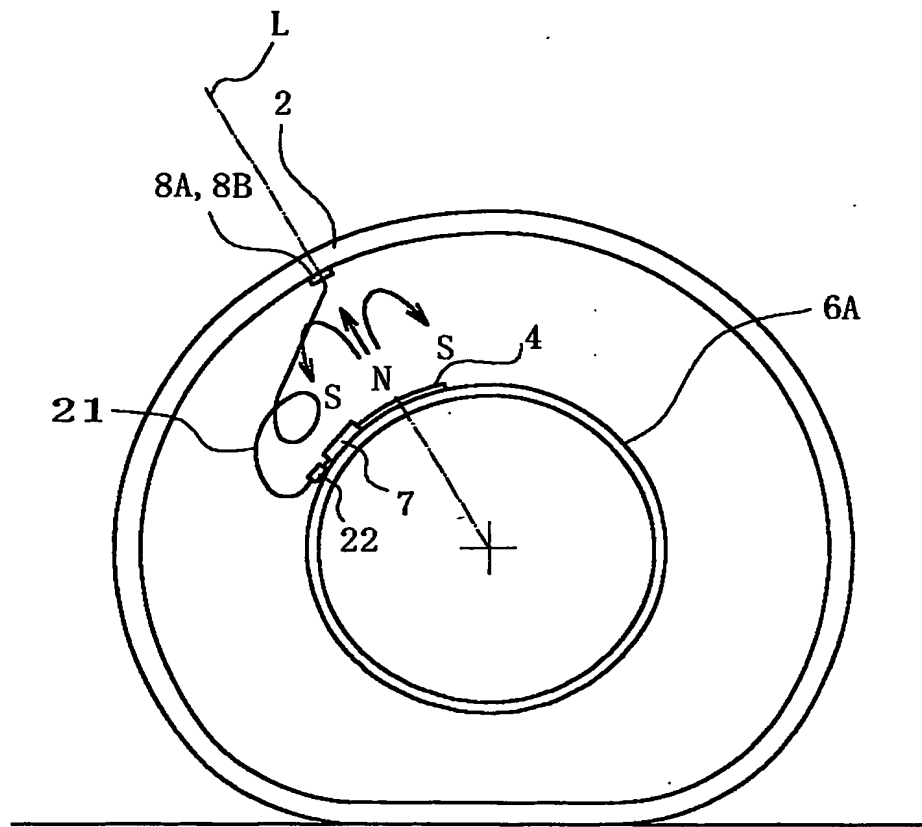
【図3】



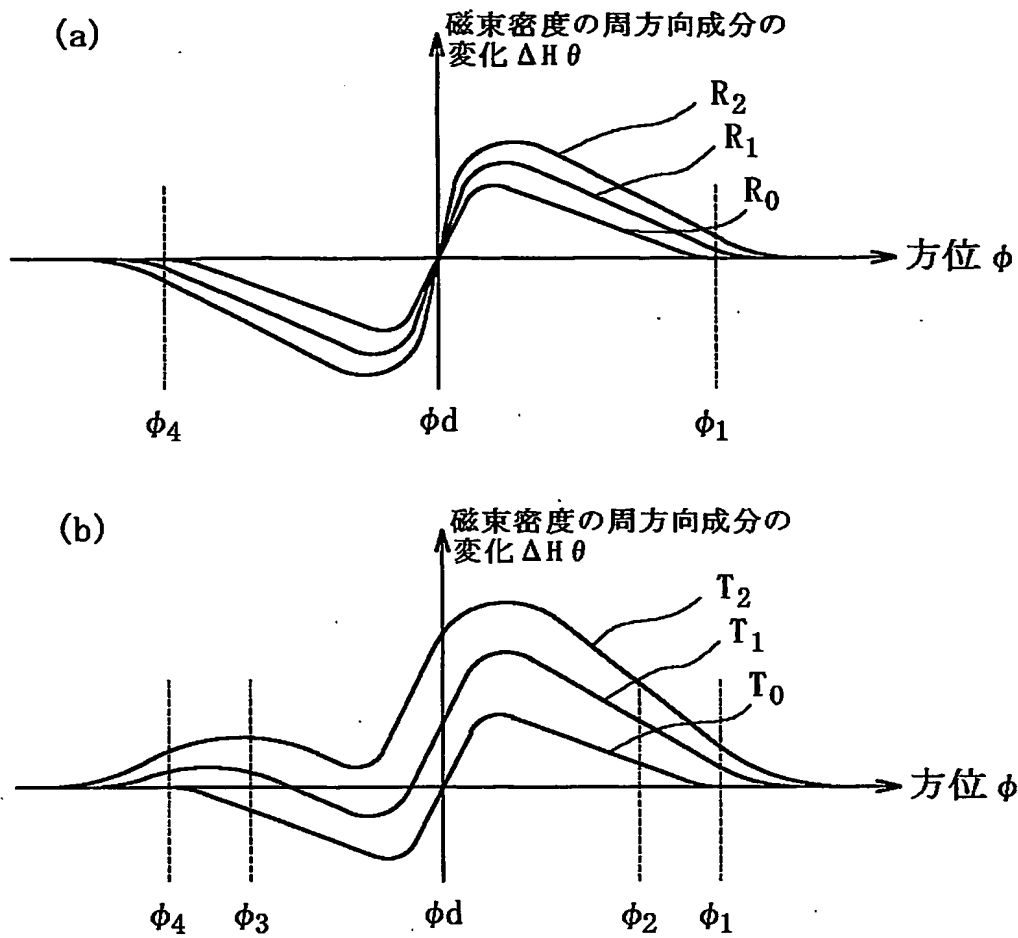
【図4】



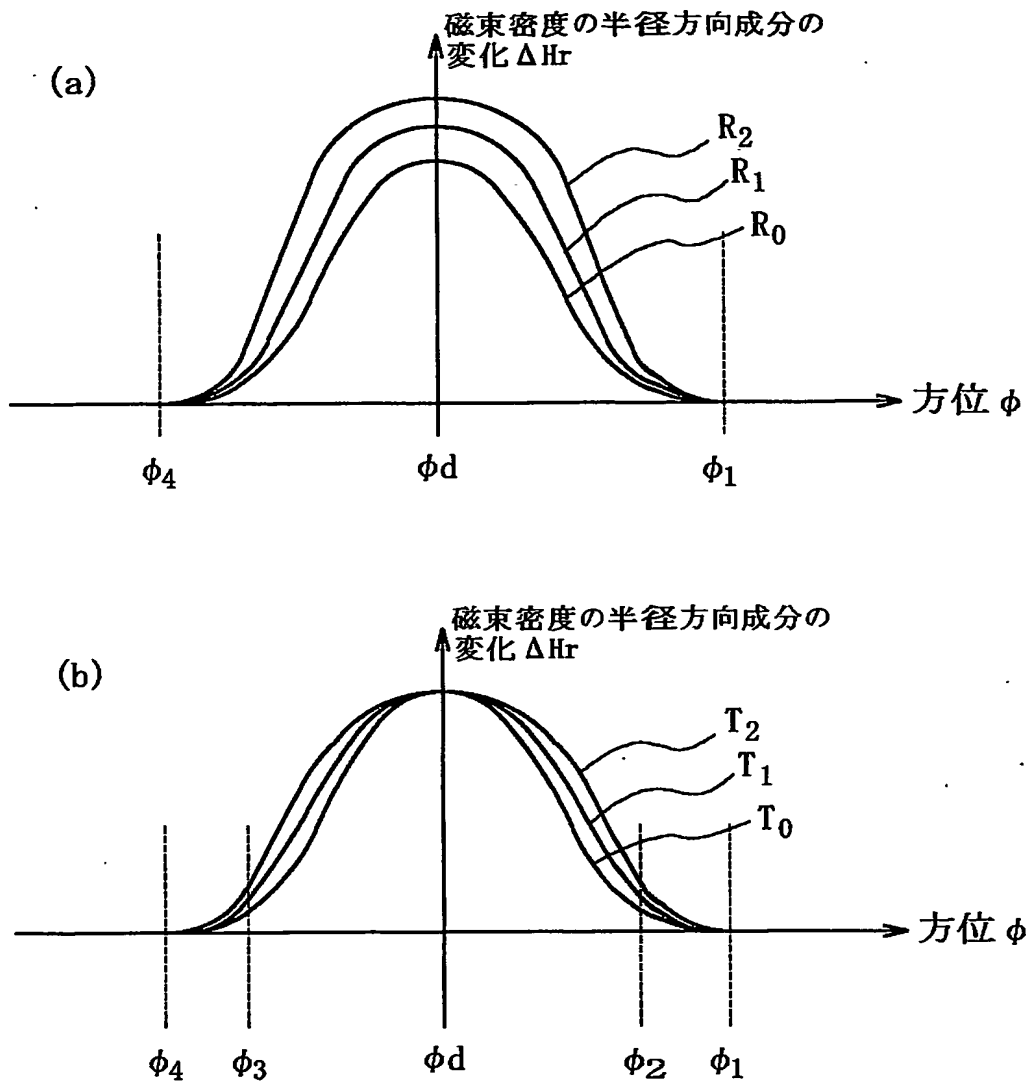
【図 5】



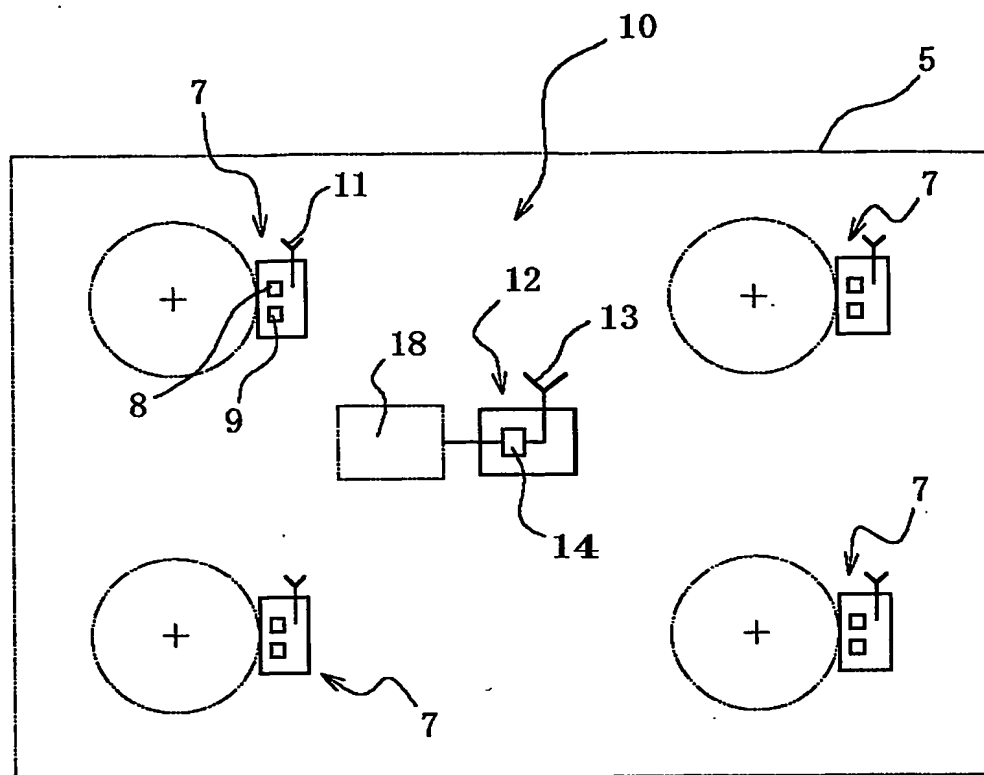
【図6】



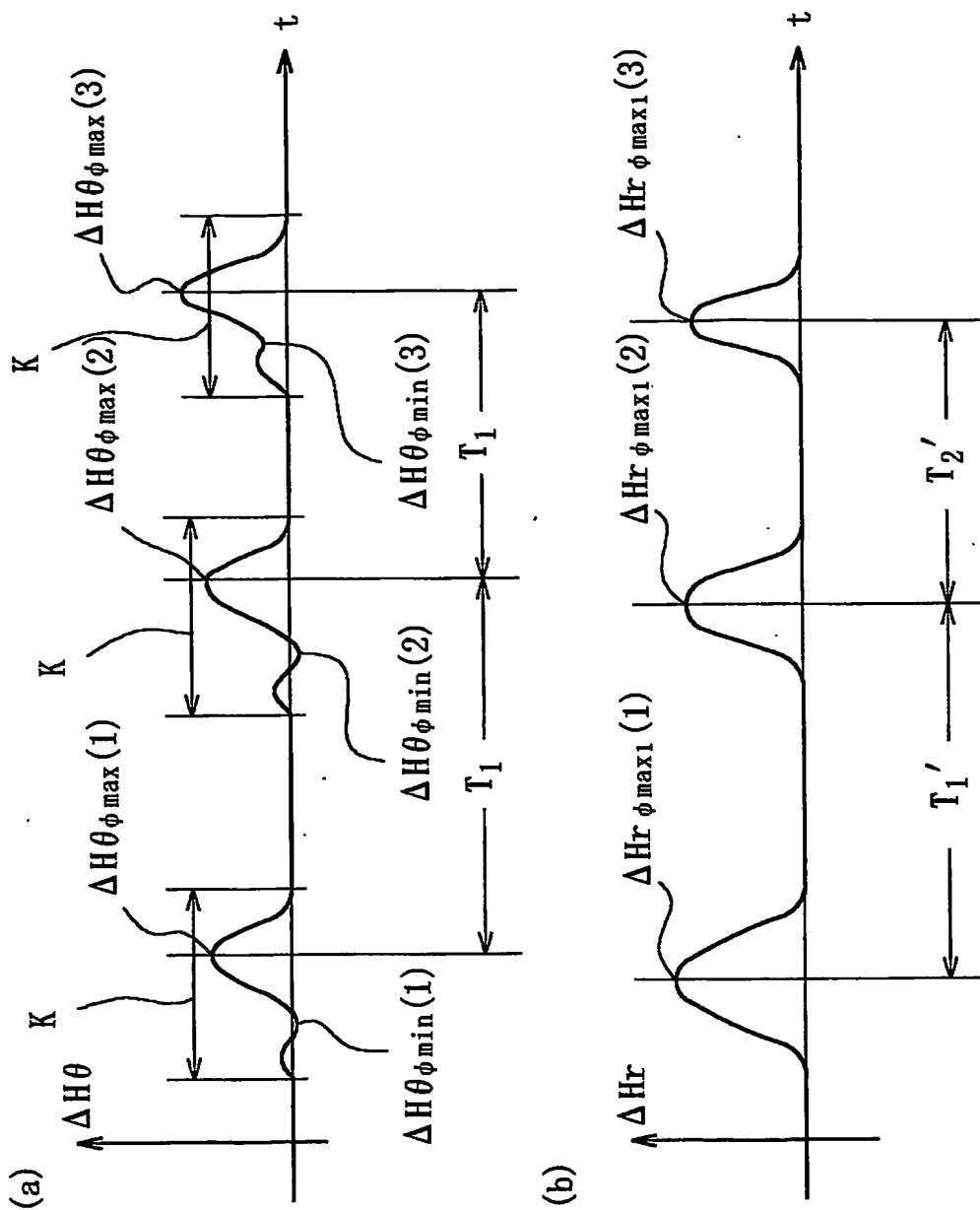
【図 7】



【図 8】

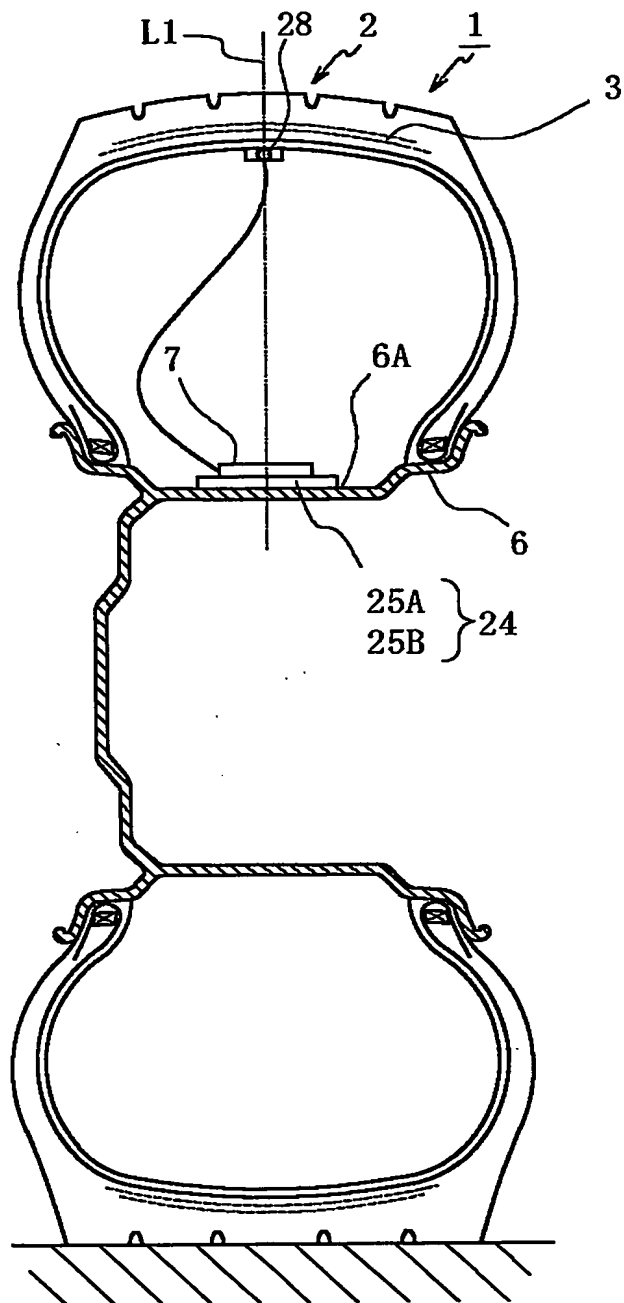


【図 9】

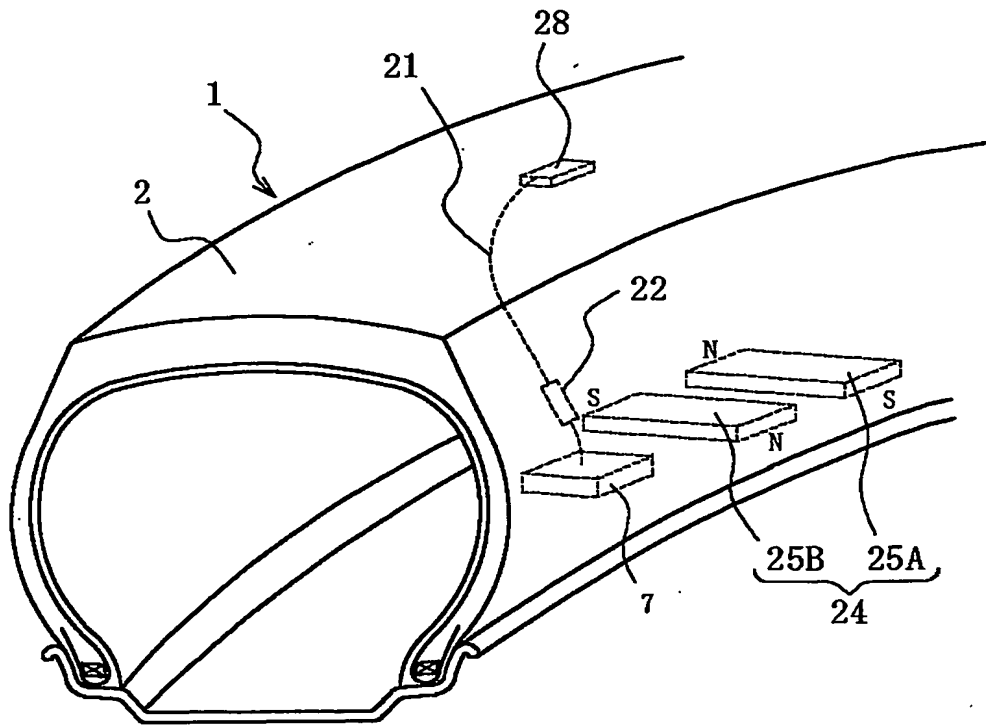




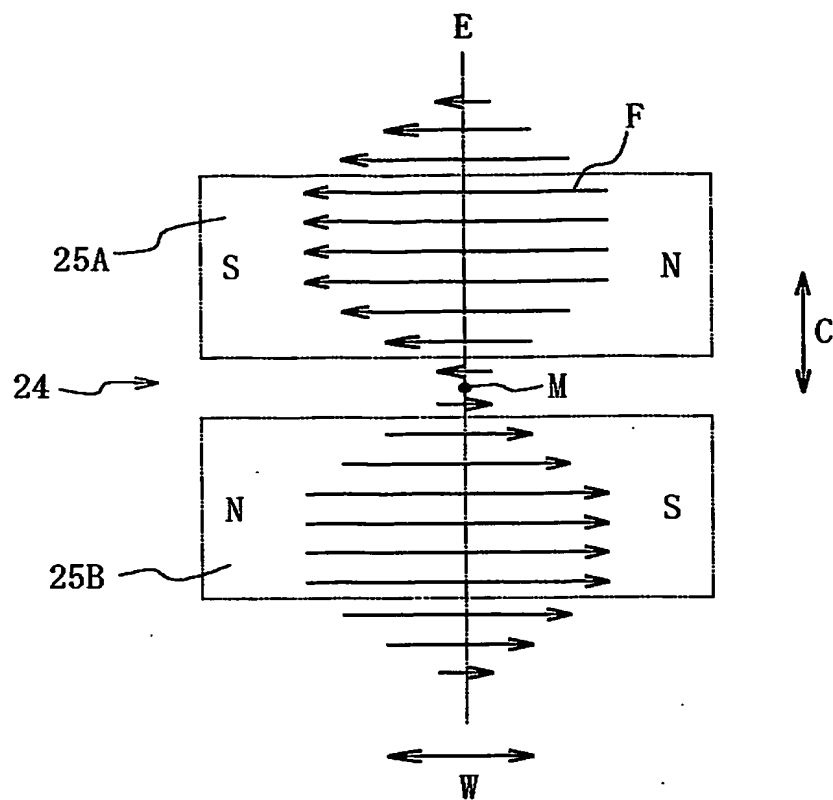
【図10】



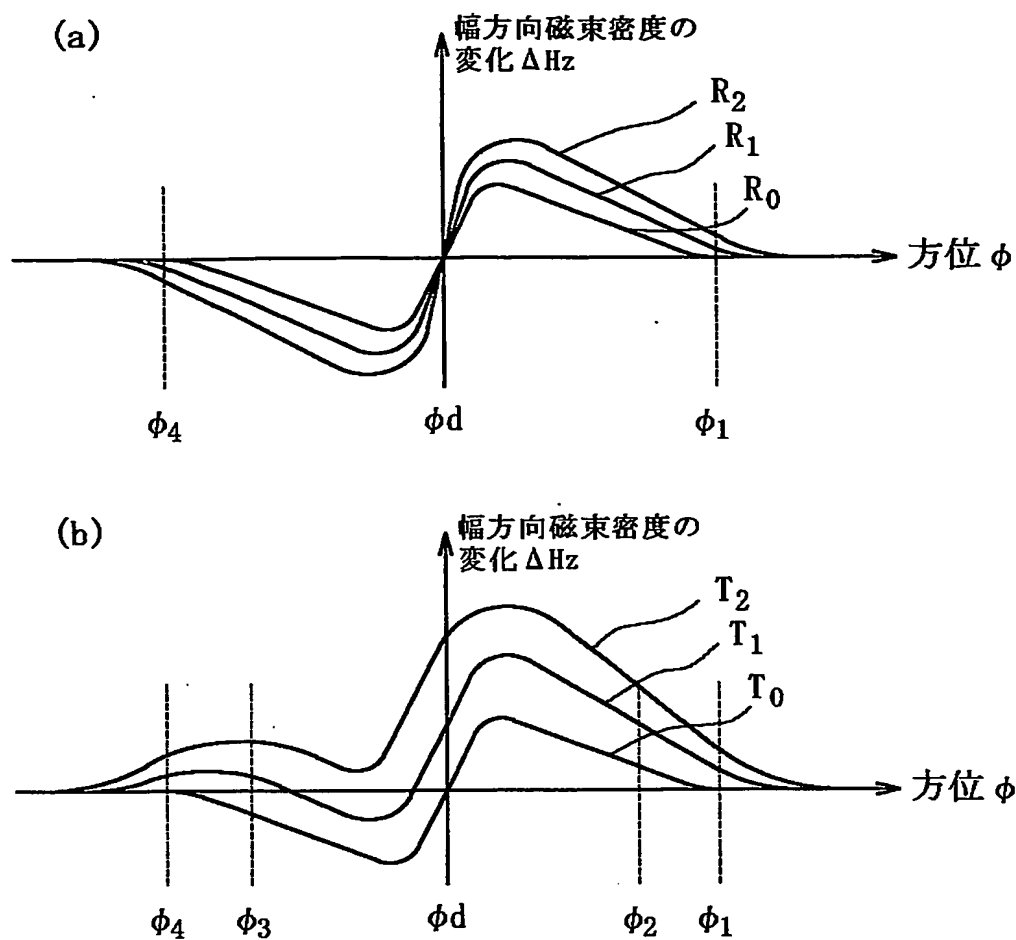
【図11】



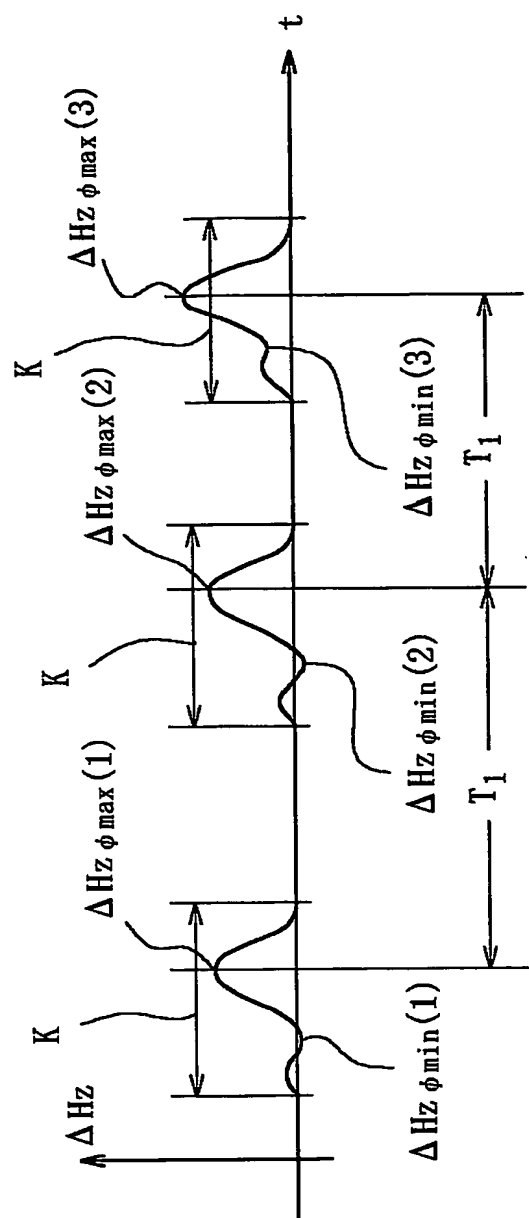
【図12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 路面摩擦係数の高精度な測定に必要な、タイヤに作用するタイヤ半径方向の力およびタイヤ周方向の力を、簡易にかつ高精度に測定することができ、しかも、タイヤのバランスに影響を与えることのないタイヤ作用力測定装置を提供する。

【解決手段】 リムに固定して設けられた磁石によって形成される磁界を、タイヤのトレッド部に固定して設けられた磁気センサで検知し、タイヤの回転に際して検知される磁束密度の変化パターンからタイヤに作用する力を測定する。

【選択図】 図 1

特願 2002-380505

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005278]

1. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

1990年 8月27日

新規登録

東京都中央区京橋1丁目10番1号  
株式会社ブリヂストン